

И. П. Барсуков*

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

*petrodanc@mail.ru

Научный руководитель – доцент, канд. техн. наук В. С. Ренях

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ТВЕРДОГО СПЛАВА KNT16 ПРИ ИОННОМ АЗОТИРОВАНИИ

В качестве объектов исследования использовались образцы из твердого сплава марки KNT16. В ходе исследования было проведено ионное азотирование твёрдого сплава, испытания резанием, испытание на изгиб, рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия.

Ключевые слова: ионное азотирование, износ, износостойкость, предел прочности, структура.

I. P. Barsukov

THE STUDY OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF HARD ALLOY KNT16 DURING ION NITRIDING

As object of research used samples of solid alloy grade KNT16. The study was carried out ion nitriding, hard alloy, cutting, bending test, x-ray structural analysis, electron microscopy.

Keywords: ion nitriding, wear, abrasion resistance, tensile strength, structure.

К настоящему времени исследовано достаточно много методов поверхностного упрочнения твердых сплавов, приводящие к улучшению свойств металлообрабатывающего инструмента, изготовленного на их основе, но по вопросу азотирования твердых сплавов недостаточно сведений и экспериментальных исследований, данные отрывочны и нет системных сведений по ионному азотированию. Поэтому рассмотрены химико-термические методы упрочнения твёрдого сплава, в частности ионное азотирование.

Существует достаточно большое количество разновидностей этого процесса. До недавнего времени в отечественной инструментальной промышленности были распространены процессы газового и жидкого азотирования, которые выполнялись в специальных печах или соляных ваннах. В последнее время достаточно широкое распространение получил процесс диффузионного насыщения поверхности инструмента азотом с использованием низкотемпературной плазмы – ионное (плазменное) азотирование [1].

Ионное азотирование проводилось на установке ионного азотирования НГВ 6.6/6-И1. Температура ионного азотирования составляла 580 °С, рабочее напряжение 500 В, время нагрева 20 мин. Время ионного азотирования твёрдого сплава составляло 2 часа. Охлаждение твёрдого сплава проводилось постепенно. Сначала образцы охлаждались до температуры изотермической выдержки до 150–200 °С. Затем прекращалась подача газа (диссоциированный аммиак).

Твёрдость образцов измеряли на твердомере ТН 301. Результаты измерений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Твёрдость сплава КНТ16 до и после ионного азотирования

Марка сплава	Время ионного азотирования	Твёрдость сплава до азотирования, HRA	Твёрдость сплава после азотирования, HRA
КНТ16	2 часа	89,4–90,4	90,9–91,4

Из полученных результатов можно отметить, что твёрдость сплава после ионного азотирования осталась прежней.

Испытания образцов из твёрдого сплава резанием [3] проводили на токарно-винторезном станке 16К20. Выполняли по пять проходов на каждый образец. Материал заготовки Ст2. Скорость вращения заготовки составляла 400 об/мин, глубина резания 1 мм. Время одного прохода составляло 4 минуты. Результаты испытаний при резании образцов из твёрдого сплава приведены в табл. 2.

Таблица 2

Износ сплава КНТ16 после резания, до и после ионного азотирования

Марка сплава	Время ионного азотирования	Износ сплава до азотирования (исходный)	Износ сплава после ионного азотирования
КНТ16	2 часа	Скол после 4 прохода	Не наблюдается после 5 проходов

Величина износа после пяти проходов составляет 0,02 мм.

Исходя из вышеприведенных результатов испытаний (табл. 2), можно сказать, что образцы после ионного азотирования стали более износостойкими.

После резания, проводили испытания на абразивный износ [5]. Продолжительность испытаний составляла 15 минут на каждый образец. Замеры веса производились через каждые 5 мин. трения после остановки машины. Для снятия замеров использовались весы лабораторные ВМ510Д.

Результаты, полученные после расчета интенсивности изнашивания и определения коэффициента трения [2], представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты измерений износостойкости и коэффициента трения

№ опыта	Образец	Разность массы образца, гр	Коэффициент трения, f_{mp}	Интенсивность изнашивания, I_h , гр/м
		Δm_{15}		
1	КНТ16	0,007	0,07375	$6,61 \cdot 10^{-7}$
2		0,006	0,06134	$5,66 \cdot 10^{-7}$

Из таблицы видно, что образец после ионного азотирования по сравнению с исходным имеет интенсивность изнашивания на 14,4 % меньше.

После проведения испытаний на резание и абразивный износ проводили испытания на изгиб [4] с определением предела прочности твёрдого сплава до и после ионного азотирования. Испытания проводились на разрывной электромеханической машине ИР 5047-50. Результаты испытаний приведены в табл.4.

Таблица 4

Предел прочности сплава КНТ16 до и после ионного азотирования

Марка сплава	Время ионного азотирования	Предел прочности при изгибе до ионного азотирования (исходный сплав), $\sigma_{и}$, Н/мм ²	Предел прочности при изгибе после ионного азотирования, $\sigma_{и}$, Н/мм ²
КНТ16	2 часа	1800–1973	2094–2306

Из испытаний видно, что у образцов с ионным азотированием по сравнению с исходными, увеличились прочностные характеристики.

После испытаний образцов был проведён рентгеноструктурный анализ и электронная микроскопия. Исследования проводились на минидифрактометре МД-10, мультивизоре $\mu Vizo$ – МЕТ-221 с увеличением $\times 1000$, электронном микроскопе Jeol с увеличением $\times 3000$. Результаты рентгеноструктурного анализа приведены в табл. 5.

Таблица 5

Параметры тонкой структуры твердого сплава КНТ16

№ п/п	Режим термообработки	HKL	с/а	D, мм
1	Исходный образец	100 101	1,0625	56,14
2	Образец после 2 часов ионного азотирования	100 101	1,1237	56,14

Перед проведением анализа на образцах были подготовлены и протравлены шлифы. Микроструктура твердого сплава КНТ16 до и после ионного азотирования приведена на рисунке.

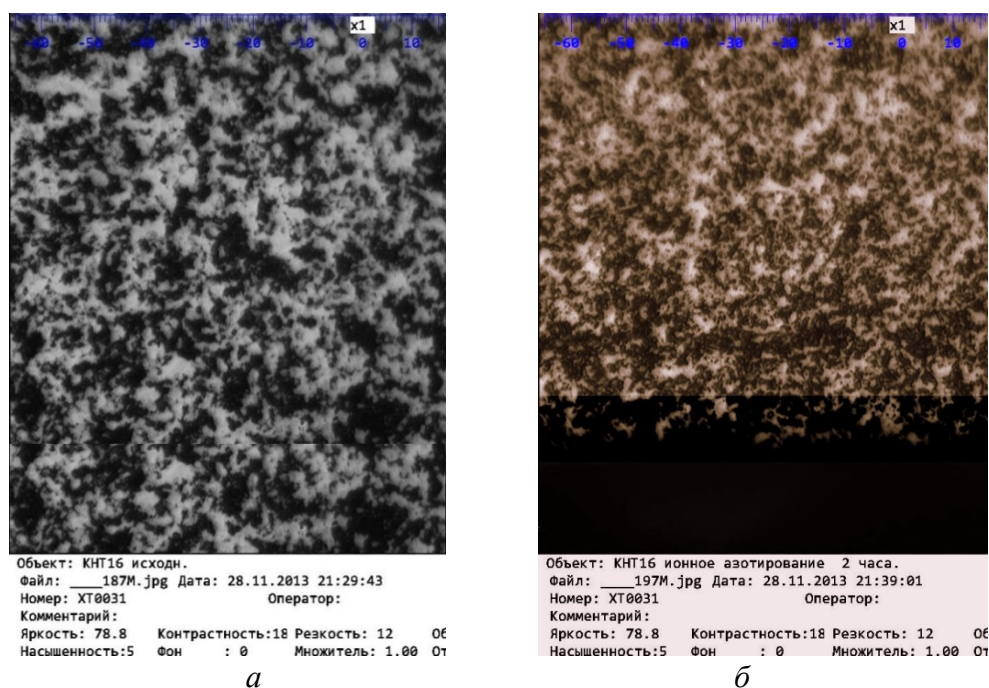


Рис. Микроструктура твердого сплава КНТ16 ($\times 1000$) (Мультивизор μ Vizo – MET-221): *a* – до ионного азотирования; *б* – после ионного азотирования

При исследовании структуры и свойств образцов из твердого сплава КНТ16 было выявлено, что твердость пластин в результате ионного азотирования изменилась незначительно. Коэффициент трения образцов уменьшился на 20 %, интенсивность изнашивания уменьшилась на 14 %. Предел прочности увеличился на 20 %. Параметры решетки увеличились за счет сплавления твердой фазы кобальта. Микроструктура твердого сплава КНТ16 после ионного азотирования изменилась: увеличился период решетки карбидной фазы на 1–2 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев С. Н. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента / С. Н. Григорьев, В. П. Табаков, М. А. Волосова. Старый Оскол : ТНТ, 2011.
2. Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. Мцсква : Машиностроение, 1977. 526 с.
3. ГОСТ Р 51140–98 Инструмент металлорежущий. Требования безопасности и методы испытаний. 4 с.
4. ГОСТ 14019–2003 Материалы металлические. Метод испытаний на изгиб. 11 с.
5. ГОСТ 17367–71 Метод испытания на абразивное изнашивание при трении о закрепленные абразивные частицы. 7 с.